

# ソーシャル・ロボットのアーキテクチャ試論

## —人間とロボットが共生する未来社会の実現に向けて—

小林 敦  
KOBAYASHI Atsushi

### 1. 人間と共生する未来社会のソーシャル・ロボットへの眼差し

社会デザインを変革する切り札の一つとして、ロボット<sup>(1)</sup>が脚光を浴びている。ロボットは、用途別に大別すれば、(1) 人間の代わりに工場など製造現場で作業を行う「産業用ロボット」、(2) 災害対応、原発、水中・海洋、宇宙、軍事などリスクを伴う環境下で、人間に代わって作業を行う「フィールドロボット」、(3) 医療、介護福祉、生活支援、娯楽、移動など人間にしか出来ないような精密で複雑な作業を支援し、人間の生活をより豊かにする「サービスロボット」に分類される（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、2014）。

本稿では、(3)「サービスロボット」のうち、最近さまざまな新製品<sup>(2)</sup>のリリースによって社会の注目を集めている「コミュニケーションロボット」に焦点をあてる。これは、人間とロボットの間での言語や非言語（性別、年齢、体格、皮膚の色、身体の姿勢、身ぶり、手ぶり、表情、顔色、視線、目つき、音声、トーン、沈黙、身体への接触、相手との空間・距離、時間、色彩など（Marjorie F. Vargas, 1987 = 1987））によるコミュニケーションサービスを提供する人工知能を利用した「サービスロボット」である。

また、こうした「コミュニケーションロボット」の研究開発と並行して、QOL（生活の質）や生産性の向上による人間のライフ・イノベーションを目指す「生活とサービス領域のロボット化事業」（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、2014）の展開に向けて、2025年問題<sup>(3)</sup>を抱え、他者の助けを必要とする医療、介護福祉分野や、家事の省力化や人間の自立的な日常生活や暮らしを支援する分野を中心に期待が高まっている。

そこで、本稿では、「コミュニケーションロボット」と「生活とサービス領域のロボット化事業」の両者を総称して「ソーシャル・ロボット」と定義して、ソーシャル・ロボットのアーキテクチャ（設計・開発思想）を考察対象とする。

このようなソーシャル・ロボットが、未来社会において、人間と親和的に関わり、人間と共生するためには、どのようなアーキテクチャを唱えるべきか。また、エンジニア、デザイナー、専門職、事業開発者、政策立案者など、産官学のステークホルダー（利害関係者）が、いかに「野生のデザイン」（小林敦、2013：56）思考と実践に基づく

生活現場のユーザビリティを尊重して、異分野との対話と理解を重ねた協働によって、ソーシャル・ロボットの製造開発や事業展開を行うべきか。こうしたソーシャル・ロボットに関する研究は、既成の概念や既存の発想にとらわれず、最早、技術開発のためだけではなく、人間そのものを探究し理解することに繋がると考える。

それゆえ、従来、工学を重視してきたロボットの研究開発に対して、現在および将来、人間との共生関係を視野に入れたソーシャル・ロボットの製造開発や事業展開においては、工学に加えて、哲学、心理学、社会学、人類学、民俗学、経営学など人文科学・社会科学・自然科学の異分野の知見を融合した領域横断的な観点から、「人間中心性のデザイン (Human-Centered Design)」(小林敦、2012: 88) に立脚したロボット技術の社会実装を都市や地域コミュニティで積極的に進めていくことが求められているのではなかろうか。

こうした仮説の下、本稿では、社会デザイン学<sup>(4)</sup>の観点から、人間とロボットが共生する「未来社会」(若林幹夫、2014)の実現に向けたソーシャル・ロボットのアーキテクチャ<sup>(5)</sup>について、「科学と芸術」および「科学と技術」という領域から試論を展開する。

なぜ、こうした学際的な領域からアプローチを試みるのか。科学とは「体系化された知識や経験の総称」である。また、技術とは「有用なものを作りだしていくこと」、芸術は「人間のあるべき姿を考えること」、そしてデザインは「モノと人間、さらにはそれを支える社会や環境との関係を調和させていくこと」(青木史郎、2014: 4)である。人文科学・社会科学・自然科学の総称でもある科学を機軸にして考えると、近代に入って細分化された「科学と芸術」の最大公約数となる関心領域は、「人間とは何か」、「社会とは何か」という根源的な問いであろう。それゆえ、「人間中心性のデザイン (Human-Centered Design)」(小林敦、2012: 88) に立脚したソーシャル・ロボットのアーキテクチャを考察する上で、人間を人間たらしめている本質的な根拠や、ロボットとの共生社会の中で生きる人間の未来像を、「科学と芸術」の領域から学際的に考察することは意義があると考ええる。また、デザインを「真善美という人間の究極の理想的価値を追求する思想・方法論」(青木史郎、2014: 8)として捉えれば、デザインが「芸術と技術」を繋ぎ補完し得る。その意味で、人間と社会システムが「共進化するテクノロジー・デザイン」(小林敦、2012: 94)の一領域であるソーシャル・ロボットのアーキテクチャを、社会デザイン学(小林敦、2013: 48-50)や美学(小林敦、2012: 94)の観点から考察することの意義を再確認できよう。

さらに、「科学と技術」については、産業構造のサービス化が増大する中、「既存のテクノロジーの組み合わせ(新結合)からイノベーションが生まれる」(W. Brian Arthur、2009 = 2011: 31)と考えれば、科学技術を基盤とするサービス・イノベーションをいかに起こすかが現在問われている。具体的には、まず人間のライフサイクルを、個人・社会・経済の切り口から俯瞰し、未来社会の潜在的ニーズや Bernd H. Schmitt (1999 = 2000) が提唱する経験価値(①感覚的経験価値、②情緒的経験価値、③知的経験価値、④行動的経験価値、⑤関係の経験価値)をデザインする。こうした経験価値と紐付けしつつ、QOL(生活の質)を高めるための健康長寿、海外・国内旅行、国際・地域交流、環境共生、安全・安心、生涯学習などを事業構想テーマとして

掲げ、顧客、企業、行政等の複数のステークホルダーが所有するハードウェアやソフトウェア、財やサービスを新しく組み合わせる。そして、人間中心のイノベーション・アプローチである「デザイン思考」(Tim Brown, 2009 = 2014 : 281) に基づいたテクノロジー・ベスト・ユーザー・イノベーションによって価値共創する事業機会を提供する「マルチサイドプラットフォーム」の構築を目指す。そこでは、まさに「科学と技術」の粋を集めた「ロボット+人工知能+インターネット空間」として機能構成される「異種混交の集合体 (ハイブリッド・コレクティブ)」(小林敦、2012 : 92) であり、最先端の研究として境界のない「ロボット工学+認知科学・脳科学+哲学」の実践知としてのソーシャル・ロボットが活躍する可能性が大いにあると考える。

## 2. 「科学と芸術」の領域から考えるソーシャル・ロボットのアーキテクチャ

最初に、ロボットが登場する最近の映画と演劇を批評する中で、「科学と芸術」の領域からソーシャル・ロボットのアーキテクチャについて探究したい。

### (1) 映画『素敵な相棒—フランクじいさんとロボットヘルパー—』(2012 年)

第一に、『素敵な相棒—フランクじいさんとロボットヘルパー—』(2012 年) というニューヨークを舞台にした認知症男性高齢者 (以下、主人公) と介護ロボットとの間の近未来の友情物語を描いた映画を取り上げる。

この映画での介護ロボットの役割 (ロボットに組み込まれているプログラムの作動シーン) として、主人公のスケジュール管理 (カレンダーの予定確認)、健康管理 (カロリー計算)、身の回りの世話 (料理、散歩、買い物の付き添い)、娯楽 (腕相撲) など、生活に根差した近未来のソーシャルサービスが克明に描かれている。映画では、主人公がロボットとコミュニケーションを交わす中で、泥棒である主人公の秘密を別居する家族ではなく、同居するロボットしか「記録」も「記憶」もしえないという状況に直面するにあたって、人間とロボットの間での信頼関係や友情関係が生まれてくるというシナリオが展開される。

そこでは、①ロボットによる人間への単なる物理的支援を越えて、人間とロボットの間での対話を通じた感情の機微や心のやり取りという精神的支援という形での「感情労働としての介護労働」(吉田輝美、2014 : 27-48) におけるソーシャル・ロボットの活用可能性、②知覚・感情・言語による包括的コミュニケーションに基づいたケアの技法である「ユマニチュード」(本田美和子、イヴ・ジネスト、ロゼット・マレスコッティ、2014 : 4) にみられる新しい認知症ケアとしての「人を中心としたケア (Person-Centered Care)」と「人間中心性のデザイン (Human-Centered Design)」(小林敦、2012 : 88) に基づくロボット技術の融合によるサービス・イノベーションの創発可能性、③「ケアする側とケアされる側との相互行為」(上野千鶴子、2011 : 6) としての介護職員と利用者、人間とソーシャル・ロボットの非対象的な関係を、「利用者の語りの樹海」(六車由実、2012 : 188) と評される介護現場での参与観察と分厚い記述を踏まえて深く洞察するフィールド・ベスト・イノベーションの適応可能性について、複眼

的な示唆を得ることができる。

一方で、人間は認知症になると誰もスイッチも何も押していないのに関わらず自然に記憶が喪失してしまうのに対して、ロボットはスイッチを人間がオフにしてやらない限り記憶を消去できない。こうした人間とロボットの「記憶」と「記録」を巡るアーカイブ<sup>(6)</sup>という行為と実践においては、人間の言動・経験・思考を、音声・文字・映像としてロボットがまるごと「記録」することで、人間の過去・現在のアイデンティティ（自己同一性）やプレゼンス（存在感）を「記憶」して、周囲の人間や社会と経験を共有することで未来に繋ぐことも可能になる。このように「記憶」を社会で共有すると、世界で唯一無二のかけがえのない存在となり得るソーシャル・ロボットにおいては、後述する「対象喪失」（小此木啓吾、1979）の議論に加えて、昨今のビッグデータで取り扱う生活者情報（個人情報などの個人の識別可能な情報、商品の購入履歴・GPS（全地球測位システム）による位置情報などの個人のプライバシーに関わる情報）の新しいメディア活用における情報セキュリティ上の課題も浮上してくる。

## （2）映画『her 世界でひとつの彼女』（2013 年）

第二に、『her 世界でひとつの彼女』（2013 年）というロサンゼルスを舞台にした手紙の代筆ライター（以下、主人公）と個性や意識を持つ人工知能型オペレーティングシステムとの間の近未来の恋愛物語を描いた映画を取り上げる。

「恋の始まりの高揚であり、成就した時の喜び、一点の曇りを見つけた時の苦しみ、別れを確信した時の悲しみという真剣に恋愛をしている者ならば誰もが抱く普遍的な感情の揺らぎ」<sup>(7)</sup>として表現される恋愛感情が、人間同士ではなく、主人公と人工知能型オペレーティングシステムの間でも成り立つのか。映画では、こうした問題提起を踏まえて、「SF 的な紋切り型ではなく、適度な未来感を備えたりアリティを醸し出す」<sup>(8)</sup>ことで、主人公と人工知能型オペレーティングシステムとの恋愛感情がより一層切なく描かれている。

ここには、人間がロボットと関わる際に生じる『『モノ』と『他者』との間という微妙なポジション』（岡田美智男・松本光太郎〔編著〕、2014：4）を意識しつつ、「人間とは何か」、「身体とはどのような存在か」、「心はどこにあるのか」という人間の「自己」への根源的な問いに向けた巧妙な誘いが仕込まれているように見える。また、「感情とは何か」という「私と世界の間を存在論的な仕方でも問う」問いについても、「感情の本質は、私と世界の間を巡る真理の表現である」（清水真木、2014：21）がゆえに、他者の動作や振る舞いという人間とロボットの「身体」と「心」の相互作用に表出される主観的な存在に関して、認知科学・脳科学や哲学の観点からの解明（Francisco J. Varela, Evan Thompson and Eleanor Rosch, 1991 = 2001）がソーシャル・ロボットのアーキテクチャを構想する上で不可欠となろう。

## （3）ロボット演劇（2010 年～2014 年）

第三に、劇団「青年団」主宰で劇作家、演出家の平田オリザと大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻教授（特別教授）でロボット学者の石黒浩<sup>(9)</sup>が共同して取り組むアンドロイド演劇『さようなら』（2010 年）、ロボット演劇『働く私』（2010



年)、ロボット版『森の奥』(2010 年)、アンドロイド版『三人姉妹』(2012 年)、ロボット版『銀河鉄道の夜』(2013 年)、アンドロイド版『変身』(2014 年)という一連の「ロボット演劇」を取り上げる。

「ロボット演劇」は、「自由なエージェンシーの社交体としての開いた社会性を潜在的に意識した『社会デザイン』」(小林敦、2012: 94)であり、「アンドロイドの出現は演劇にとって脅威なのか、福音なのか。(中略)この実験は、科学と芸術の接点をつく強烈な挑戦」<sup>(10)</sup>であると批評されている。

特に、ここで取り上げるアンドロイド版『変身』(2014 年)の原作『変身』は、1915 年にチェコの作家 Franz Kafka によって書かれた小説である。ある朝、目が覚めると虫になっていた男と、その家族の顛末を描いた物語には、平田オリザによれば、「人間は、ある朝、虫になる可能性がある。それほどに人間を人間たらしめている根拠はない」という達観が潜んでいる。そうした原作『変身』(1915 年)をモチーフとしたアンドロイド版『変身』(2014 年)は、ある朝、目が覚めるとアンドロイド(ロボット)になっていた男と、その家族の顛末を描いた物語として、100 年の時を経て上演された。「私たちの存在には何の根拠もない」という原作『変身』を高く評価した実存主義者の主張は、現在ロボットの発達によってにわかに実証されつつあり、「ロボットに関われば関わるほど、ロボットと人間を分ける明確な区分はないと感じるようになる」と平田オリザは力説している。

こうしたアンドロイド版『変身』(2014 年)に基づいて、ソーシャル・ロボットについて、「科学と芸術」の領域から考えると、科学という観点では、「顔と手以外は皮膚をとり、運動性能を上げた。動きだけで人間に見えてくる」<sup>(11)</sup>と、石黒浩は今回のアンドロイド(ロボット)「リプリー S1」のアーキテクチャについて、「身体(顔、手)」の存在と非言語によるコミュニケーションの重要性について強調している。さらに、「より根本的な人間そのものを表現する『何か』を創っていきたい。その『何か』とは、未だ自分でもよく分かっていない。人間には非常に重要であるが、それが何であるか分かっていないことが多い。『意識』、『情動』、『感情』、『魂』、『心』等である。そういったものをロボットやアンドロイドを作ることによって、ありありと感じられるようにしたい」(石黒浩、2014: 278)と今後の展望を述べている。

一方、芸術という観点では、「ロボットだけじゃ、戦争は終わらないでしょう……犠牲者が出るから、戦争が終わるんでしょう」という、最近議論が喧しいロボット兵器<sup>(12)</sup>の開発を見据えた人間とロボットの「慈悲」と「憎悪」を巡る皮肉を込めた台詞を登場人物の人間に語らせる平田オリザの演出が冴えわたっている。その平田オリザは、「人間が教育を受けて人間らしくなるように、ロボットも誰かから『人間らしさ』とは何かを教えてもらわない限り、永遠に、人間らしくはならない」(石黒浩、2014: 285)と述べている。つまり、ロボットが、人間の演出家から演出をされ、人間の俳優と一緒に舞台に立つことで人間らしい振る舞いを学習し、人間も、そうした時空間を共有する俳優や観客として、人間らしいロボットを直接見ることで社会的な振る舞いを相互学習するリアルな現場と機会が提供される。そこには、「映画」ではなく、実社会と実験室の中間的な存在としての「演劇」のみが持ち得る「科学と芸術」における社会的な効用と可能性を指摘できよう。

### 3. 「科学と技術」の領域から考えるソーシャル・ロボットのアーキテクチャ

次に、ロボットに関するアンケート調査、社会実証実験と商業施設展示を論評する中で、「科学と技術」の領域からソーシャル・ロボットのアーキテクチャについて探究したい。

#### (1) ロボット・人工知能に関するアンケート調査 (2014 年)

「ロボットと話したい?」というロボット・人工知能に関するアンケート調査 (n = 1,961)<sup>(13)</sup>において、「はい」(49%)、「いいえ」(51%) とほぼ拮抗した結果が示されている。

特に、社会デザイン学の観点から興味深いのは、「はい」、「いいえ」双方の理由である。

「はい」の人の理由 (三つまで選択、6 位まで) は、1 位「ロボット・人工知能に関心がある」(705 名)、2 位「おもちゃ感覚で遊びたい」(364 名)、3 位「外国語の練習をしたい」(251 名)、4 位「言いたいことを言えそう」(190 名)、5 位「ペット代わりにして癒されたい」(148 名)、6 位「時間つぶしになる」(96 名) である。

一方、「いいえ」の人の理由 (三つまで選択、6 位まで) は、1 位「意味がなくむなし」(572 名)、2 位「機械と話すのは気味が悪い」(316 名)、3 位「ロボット・人工知能に関心がない」(227 名)、4 位「まともな会話になるはずがない」(170 名)、5 位「話し相手には困らない」(170 名)、6 位「相手がだれでも話したいことはない」(90 名) である。

こうしたアンケート調査の結果を吟味するとき、「テクノロジーには機械的な性能を超えた社会的な次元がある。われわれが新しいテクノロジーを受け入れるのは、主にそれが何をしてくれるかが理由だが、一部にはそれがどういう意味を持っているかが問題になる。受け入れるのと同じ理由が拒否する場合にもよく使われる。なぜならそれを避けることが、われわれの主体性を強化したり形作るからだ」(Kevin Kelly, 2010 = 2014 : 333) という「技術と社会の共進化」(小林敦、2013 : 50-52) に関わる言説を思い出さざるをえない。

そうした含蓄のある言説を反芻しつつ、アンケート調査の結果を読み解くと、「はい」の人の理由の 3 位「外国語の練習をしたい」と 4 位「言いたいことを言えそう」から推察できるニーズは言語によるコミュニケーションであるのに対して、2 位「おもちゃ感覚で遊びたい」と 5 位「ペット代わりにして癒されたい」から推察できるニーズは非言語によるコミュニケーションである。特に、後者の非言語によるコミュニケーションにおいて、ソーシャル・ロボットのアーキテクチャとして、「遊び」や「癒し」の要素が不可欠であると考ええる。その際に、ソーシャル・ロボットが備えるべき必要条件は、「良い顔」と「比較を絶していながら、しかも愛らしいこと」かもしれない。

「不気味の谷」<sup>(14)</sup>を提唱した東京工業大学名誉教授でロボット学者の森政弘は、「顔を持つことは、ロボットの必要条件ではない。産業用ロボットをはじめ、顔のないロボットはいくらでもある。ただし、サービスロボットや愛玩ロボット、癒しロボットなど、人間と直接向き合い、相手の人間に何らかの心理的影響を与える可能性のある

ロボットには、良い顔が必要であろう」(森政弘、2014: 96) と主張している。また、産業技術総合研究所が開発したアザラシ型ロボット「PARO (パロ)」を引き合いに出して、「(初めて作った際には高い評価を得たのに、しばらくして本物のネコと比較されて評価が下がってしまった) ネコ型よりも、アザラシ型の方が癒しロボットとして評判が良いのは、アザラシ型ロボットは広い意味で『不気味の谷』の左側に位置しているのに、ネコ型は谷の右側に位置するからと解釈できそうである。(中略) 癒しの条件としては、世間一般の場合、『愛らしさ』ということが挙げられよう。(中略) ゆえに、癒しロボットは、比較を絶していながら、しかも愛らしいことが必要」(森政弘、2014: 182-183) であると述べている。

つまり、「(人文) 科学と技術」の観点からは、人間とロボット相互の「生」と「死」の意識を巡って、肉親との死別やペットロスになぞらえると、「現在においては、人間が抱く愛情・依存の対象としてのロボットの製造中止、修理サポート終了、事業撤退」、あるいは「未来においては、ロボットが直面するかもしれない遊び相手や癒し相手としての人間の死」による「対象喪失」(小此木啓吾、1979) が惹起する悲哀の心理プロセス(対象への思慕と執着、失った対象への同一化、くやみとつぐないなど)を内蔵した「ソフト対応」が必要である。また、「(社会) 科学と技術」の観点からは、テクノロジーやシステムは完璧ではなく、想定外の事態が起こり得るという前提に立った重層的なガバナンスやリスクマネジメントを取り入れた「ハード対応」も必要になる。こうした「ソフト対応」と「ハード対応」の両面を考慮したソーシャル・ロボットのアーキテクチャの構想が重要である。

すなわち、ソーシャル・ロボットが、人間との関係性において、「玩具」から「愛玩」、そして「愛着」、さらには「愛情」という緊密な対象にまで移行していくことを見越しておくことが「(人文) 科学と技術」の観点から必要である。なお、本稿では、「コミュニケーションロボット」と「生活とサービス領域のロボット化事業」の両者を総称して「ソーシャル・ロボット」と定義しているため、アイロボットが開発した家庭用ロボット掃除機「Roomba (ルンバ)」に対する愛玩や愛着については詳細には議論しないものの、「感情のようなものを持つ現在のペットロボットの域を超えて、豊かな感受性と幸福感を持ち労働をいとわない献身的で天使のようなロボットがいてくれたら、リハビリ、老人医療、介護、看護、ベビーシッター、家庭などの場が、どんなに安らかで穏やかなものになることか」(前野隆司、2010: 182) という点を鑑みれば、人間とロボットの間でのコミュニケーションが持つ多義構造をさらに掘り下げて科学的に分析することによって、ここでの議論を検討することが可能になるかもしれないと考える。そのためには、無条件の愛と信頼に基づく慈しみ、以心伝心のつながり、生命としてのぬくもりを感じさせるようなソーシャル・ロボットのアーキテクチャが必要である。さらには、動物の持つ能力を明らかにし、人間と動物の共生関係の可能性を研究する「介在動物学(セラピーアニマル)」や、「幸福と何が関係するか」という問題意識から、幸福の4つの因子(①自己実現と成長、②つながりと感謝、③前向きと楽観、④独立とマイペース)を導出・解析している「幸福学」(前野隆司、2013: 244) の知見を活用した「(自然・社会) 科学と技術」の融合によるソーシャル・ロボットを介在させたサービス・イノベーションに向けた研究開発が期待される。

## (2) ロボットに関する社会実証実験と商業施設展示（2013 年～2014 年）

富士ソフトが開発したヒューマノイド型ロボット「PALRO（パルロ）」を使用して、作業療法士が実施したレクリエーション活動に認知症をもつ高齢者が参加した結果、認知症をもつ高齢者の「良い状態（well-being）」を引き出す可能性があるという結果が報告されている（井上薫、2014）。

特に、社会デザイン学の観点から興味深いのは、「モノとの関わり」、「自己表現」、「余暇活動」、「知的活動」、「コミュニケーション」、「身体運動」という諸活動を引き出す可能性があるという報告である。一方で、「PALRO（パルロ）」には人間のような表情が基本的にはないため、音は聞こえていても、『PALRO（パルロ）がその言葉を話している』と認識できていない様子的高齢者も見受けられた」という、人間とロボットの間での言語と非言語によるコミュニケーションの関係性についての鋭い観察も見逃せない。

こうした言語と非言語によるコミュニケーションの関係性について、「（非言語コミュニケーション研究のリーダーの一人、Ray L. Birdwhistell の研究成果をもとにして、人間同士の）二者間の対話では、言葉によって伝えられるメッセージ（コミュニケーションの内容）は、全体の 35%に過ぎず、残りの 65%は、話しぶり、動作、ジェスチャー、相手との間の取り方など、言葉以外の手段によって伝えられる」（Marjorie F. Vargas, 1987 = 1987：15）と、人間同士での非言語コミュニケーションの重要性を指摘している。

こうした見解は、人間とロボットの間でも成り立つのか。前述した「PALRO（パルロ）」に関する社会実証実験の結果を踏まえると、人間同士のみならず、人間とロボットの間でも非言語コミュニケーションの重要性が示唆されている。

また、ソフトバンクショップで現在展示され、2015 年 2 月に発売予定であるソフトバンクが開発した感情認識ロボット「Pepper（ペッパー）」について、ソフトバンクロボティクスの林要は、「二足歩行や楽器演奏など人の運動機能をまねる試みが多い中、私たちはホンダやトヨタの人型ロボットの高度で高価な運動機能より、コミュニケーションを通じ人に寄り添い生活の喜びを大きくすることを目指している。携帯電話やパソコンの延長線上にあって、もっと人々が親近感をもつ新しい IT 機器だと考えている。（中略）例えば、あたかも兄弟姉妹のように子どもと一緒に勉強してくれたり、高齢者の話し相手になってくれたりする存在になればいい」<sup>(15)</sup>と語っている。

このようなロボットに関する社会実証実験と商業施設展示の最終目標にある「生活とサービス領域のロボット化事業」を射程に入れると、「コミュニティ全体としての『経済効果』と『負担軽減』および個人としての『生きがいの増加』と『QOL（生活の質）の向上』」（伊福部達、2014：210）を定性的かつ定量的に測定して、産学官のステークホルダーが事業推進に向けて合意形成するための社会経済的な枠組みと評価指標の設計がソーシャル・ロボットの普及の鍵になると考える。特に、「介護ロボットの適用を ICF（国際生活機能分類）に沿って考えた場合、要介護者の真の意向と残存能力や使用環境を踏まえた適正な福祉機器を使用することは、『生活機能の向上』と『介護負担の軽減』に資するものであり、ひいては要介護者の『活動』や『参加』を促し、生活機能の活性化」（公益財団法人テクノエイド協会〔編集〕、大橋謙策〔監修〕、2014：109）に寄与することが事業目標となる。



敷衍すれば、「科学と技術」の融合による「福祉工学」の視点から考えるソーシャル・ロボットのアーキテクチャと適応させて、「元気高齢者については社会への『経済貢献』と個人の『生きがい』、(中略) 虚弱高齢者については『介護負担の軽減』と『QOL (生活の質) の向上』」(伊福部達、2014: 207) というように、マーケティングにおいては、セグメント化してターゲット選定を行い、ユーザーのニーズに向けた差別化戦略が求められる。

#### 4. シンギュラリティ<sup>(16)</sup> に向かうソーシャル・ロボットのアーキテクチャ試論

本稿では、「科学と芸術」および「科学と技術」という学際的な領域からソーシャル・ロボットの「人間学」(浅田稔、2010: 203) としてのアーキテクチャについて探究した。

こうした探究を踏まえて、人間とロボットが共生する未来社会の実現に向けて、「人間とは何か」という人間の「自己」への根源的な問いを起点として、人間とロボットの「記憶」と「記録」を巡るアーカイブ(長坂俊成、2012)にしても、過去の「集合的記憶」と未来の「集合的期待」という社会意識の共有(若林幹夫、2014: 51-53)にしても、「生」と「死」を巡る対象喪失(小此木啓吾、1979)の議論にしても、「ロボットができること」、「人間にしかできないこと」、「人間とロボットが共有すること」を人文科学・社会科学・自然科学の知見を融合して、産官学のステークホルダーが協働しながら、生活現場で科学的に仮説検証することが必要であることを強調したい。

その上で、人間とロボットの「関係性のデザイン」(小林敦、2012: 90)については、人間のライフヒストリーとロボットのプロダクトライフサイクルが呼応するような形で、両者間での「行為の中の知」、「行為の中の省察」、「状況との対話」という「省察的实践」(Donald A. Schön、1983 = 2007)としての行為やそれに伴う対話という経験の中からの学びとなる相互成長および相互学習プロセスをソーシャル・ロボットのアーキテクチャに埋め込むことが鍵になると考える。

「弱いロボット」を開発している豊橋技術科学大学情報・知能工学系教授でロボット学者の岡田美智男も、「ヒトらしさはどこにあるのか。引き算によって実体的な意味をそぎ落としていくと、むしろ周囲との関わりの中から、関係としての意味が立ち現われてきた。ここで追求すべきは、むしろ『関係としての同型性』なのではないか」(岡田美智男、2012: 131)と述べている。こうした「弱いロボット」の存在は、「関係における非主体的な自分であることの広がり」(加藤典洋、2014: 373)を人間にもたらし、『『弱いロボット』を作り出すまでに私たちの技術と人間の『できること』と『できないこと』のインターフェースは、成熟し、コンティンジェントなものとなっている」(加藤典洋、2014: 378)という見解からも「関係性のデザイン」(小林敦、2012: 90)の重要性は支持されよう。

このように、人間とロボットの「関係性のデザイン」(小林敦、2012: 90)をソーシャル・ロボットのアーキテクチャに反映するとき、「人の行動は、この『人』と『コンテキスト (文脈)』(ここでは周りの人や物といった環境をさす)との相互作用から生

まれる。(中略)両者の『複合システム』として捉える必要がある」(矢野和男、2014：182)という指摘は刮目に値する。こうした指摘からは、人間とロボットの「身体(顔、手、足)」と「心」の五感(視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚)を通じた相互作用、「遊び」や「癒し」の場面における非言語(身ぶり、手ぶり、表情、視線、身体への接触など)によるコミュニケーションの重要性が認識できる。そして、「理性＝言語(音声)中心主義」に傾倒しがちであった従来のロボットの研究開発へのアンチテーゼ<sup>(17)</sup>として、「感性＝感覚で捉え得る五感の世界」の復興の中でこそ、ソーシャル・ロボットの存在価値は高まり、そうした「知性」と「感性」を磨いたソーシャル・ロボット間でのユーザー獲得競争が激化する日が遠くない将来に到来することは十分に予想される。

また、「生活とサービス領域のロボット化事業」という視点で考えれば、「人々の熱意や共感を高めるサービス(これを『アフェクティブ・サービス』と呼びたい)が重要になってくると予想する。従来のサービスでは、人の作業を技術が代替し『人を楽にすること』が価値だった。大量のデータを活用した『アフェクティブ・サービス』では、これを超え『人々の潜在力の発揮』を支援する。これには、従来の単なる『便利さ』を超え、『生きる意味』、『信念』、『夢』までを理解し、その実現を支援するサービスへの深化が求められよう。そのためには大量データに基づく定量的な人間科学が重要な要素になる」(矢野和男、2014：228)という卓見に筆者は触発される。それゆえ、ポジティブ心理学に依拠した幸福仮説(Jonathan Haidt、2006＝2011)における現代科学の成果をロボット技術に取り込んで、人間の「生きがいの増加」や「QOL(生活の質)の向上」を目指す「生活とサービス領域のロボット化事業」におけるパーソナル・エージェント(個人同士のつながりの触媒役や翻訳機能)としてのソーシャル・ロボットの社会実装の実現可能性に期待したい。

こうしたソーシャル・ロボットのアーキテクチャを試論として総括すれば、まずソーシャル・ロボットのアーキテクチャを、「ロボットの設計・開発思想と社会実装によって人間の行為と実践を豊かで幸福な社会へ導くシステムデザイン」と広義に捉える。換言すれば、ソーシャル・ロボットは人間自身の「知性」と「感性」を高めるための賢い道具であり、人間とソーシャル・ロボットを二項対立で考えるべきではなく、「ロボット工学の三原則(Isaac Asimov、1950＝2004：5)」を超えて、次のようなアーキテクチャが希求されると考える。

第一に、人間とソーシャル・ロボットの相互成長および相互学習プロセスにおいて、「身体(顔、手、足)」は重要であり、「言語(音声、発話)」と「非言語(身ぶり、手ぶり、表情、視線、身体への接触など)」の双方によるコミュニケーション能力の向上が鍵となる。

第二に、平和や幸福な社会におけるソーシャル・ロボットの活用を企図したとき、「安全・安心の構築(人間中心設計：フェイルセーフ、フェイルプルーフ、情報セキュリティ：プライバシー、個人情報保護)」、「生きがいの増加」、「QOL(生活の質)の向上」という安全性確保とエンターテインメントのバランスを鑑みたアーキテクチャが不可欠である。

第三に、ロボットと比較したとき、人間の知性の特徴は、知能や知識ではなく、コンテキスト(文脈)や相手の理解など感性も研ぎ澄まししながら、「場」における関係

性を読み取れる「関係性の知」にある。クラウドコンピューティングの普及によって誰もが自由に情報にアクセスできるようになった情報社会の現在、他者と協力して知識をイノベーションのツールとして活用することが重要になってきている。それゆえ、人間と人間、人間とロボット、ロボットとロボットの「記録」と「記憶」や「知性」と「感性」をつなぐ「関係性の知」を活用した「コレクティブ・インテリジェンス（集合知）」（西垣通、2013）によるコミュニティ的存在としての「新しい時代への場づくり」（清水博、2003）となるようなクラウドコンピューティングや IoT（Internet of Things：モノのインターネット）と接続したソーシャル・ロボットのアーキテクチャが求められてこよう。

本稿で取り上げたソーシャル・ロボットを含むインテリジェントな「テクノロジーの爆発的進化」（Peter H. Diamondis and Steven Kotler、2012 = 2014）によって、テクノロジーとの結びつきが歴史的に強い人間の身体性は今後も拡張されることになろう。そこでの技術面、安全面、倫理面<sup>(18)</sup>の議論を乗り越えて、人間とロボットが共生する「潤沢な世界」を迎えるための幸福な社会デザインの未来像を論じる学際的な理論的考察と事例研究については、筆者の博士論文における継続的な研究テーマとしておきたい。

#### ■注

- (1) ロボット政策研究会では、「ロボット」とは、「センサー、知能・制御系、駆動系の3つの要素技術を有する、知能化した機械システム」とであると定義している（経済産業省、2006：7）。
- (2) 日本ではソフトバンク「Pepper（ペッパー）」、富士ソフト「PALRO（パルロ）」、NEC「PaPeRo（パペロ）」、ロボ・ガレージ「Robi（ロビ）」、オリイ研究所「OriHime（オリヒメ）」、米国ではMIT「JIBO（ジーボ）」、フランスではアルデバラン「NAO（ナオ）」、韓国では韓国科学技術研究院（KIST）「SILBOT（シルボット）」など。
- (3) 2025年問題とは、団塊の世代が2025年頃までに後期高齢者（75歳以上）になることで、従来、国を支えてきた団塊の世代が給付を受ける側に回るため、医療・介護福祉サービスへの需要が高まり、医療・介護費など社会保障費の急増が懸念される社会課題。
- (4) 立教大学大学院21世紀社会デザイン研究科教授の中村陽一は、社会デザイン学とは、「従来の発想と方法論を超え、社会の仕組みや人々の参画の仕方を変革し具体的に実現していく」（紫牟田伸子＋編集部[編]、2012：208）思考と実践の総体であると定義している。社会デザイン学は、人間とロボットが共生する未来社会の実現に向けた「ソーシャル・ロボット」のアーキテクチャを学際的かつ実践的に新しい発想で論考する上での有効な視座を与える。
- (5) ロボットのアーキテクチャとしては、後述する「ロボット工学の三原則（Isaac Asimov、1950 = 2004：5）」が有名であるが、そこには「人間とロボットの対立・競争」という構図が潜むのに対して、今後は本稿で展開するようにソーシャル・ロボットのアーキテクチャにおいては、「人間とロボットの共生」という視点が重要になると考える。

#### 〈ロボット工学の三原則〉

第一条 ロボットは人間に危害を加えてはならない。また、その危険を看過することによって、人間に危害を及ぼしてはならない。

第二条 ロボットは人間に与えられた命令に服従しなければならない。ただし、与えられた命令が、第一条に反する場合は、この限りではない。

第三条 ロボットは、前掲第一条および第二条に反する恐れのない限り、自己を守らなければならない。

- (6) 立教大学大学院 21 世紀社会デザイン研究科教授の長坂俊成は、「記憶」と「記録」を巡るアーカイブについて、取り上げているテーマは本稿とは異なるが、「〔(東日本大震災の) 震災者の周囲の関係者の対応や思いも記録しアーカイブする必要がある」(長坂俊成、2012: 174) と、災害記録について、映像やオーラルヒストリー、文書、観測データ、地図や空中写真などさまざまなコンテンツをまるごとアーカイブすることの必要性を指摘している。こうした指摘は、人間とロボットの「記憶」と「記録」を巡るアーカイブにおいても、ロボットによって収集される人間の生活や行動のログや関連情報のビッグデータが社会性を帯びてくると、その利活用に質的变化が生じてくるという意味で有益な示唆を与える。
- (7) 朝日新聞夕刊・文化面、2014 年 6 月 27 日。
- (8) 日本経済新聞夕刊・文化面、2014 年 6 月 27 日。
- (9) 石黒浩は、「自分の心を直接のぞき込んで、実体や機能を説明することはだれにもできません。人間は他人を観察することを通して、心の存在を実感しているだけと僕は考えています。人が人とかかわる中で心は表れる。この世界に自分一人しかいなければ、おそらく心はないでしょう。(中略) ロボットと人間の境界線が曖昧になればなるほど、人間に残された仕事は『人間とは何か』ということをし、日々考え抜くことに収斂していきます。未来社会では、多くの人が哲学者として生きていくことになるはずだ。考えることは、人が人として在り続けるために、変わることのない営みだからです」(朝日新聞朝刊・オピニオン面、2014 年 9 月 2 日) と述べている。同様の見解として、西武文理大学特命教授で起業家の小川和也も、「仮にロボットやコンピュータが人間に近い知力や感情を身につけた場合に、人間が備える知力、感情はそれに完全に取って代わられてしまうかといえばそうではない。(中略) ロボットやコンピュータの開発主体者が人間である限り、ロボットやコンピュータの知力や感情を凌駕し、司るのはやはり人間であるからだ。いや、人間はそれらを凌駕し続けなければならないのだ。そのためにもやはり、人間は考える輩でなければならない」(小川和也、2014: 100) と述べている。
- (10) 日本経済新聞夕刊・文化面、2014 年 9 月 30 日。
- (11) 日本経済新聞夕刊・文化面、2014 年 9 月 30 日。
- (12) ノースイースタン大学政治学部准教授のデニス・ガルシアは、「殺人ロボットによる戦争はもはやフィクションの世界の話ではない。近い将来、映画の世界から抜け出して現実になる可能性は十分にある。中国、イスラエル、ロシア、イギリス、アメリカを別にしても世界の 50 カ国が、殺人ロボットを含むロボット兵器の開発計画を持っている。(中略) 各国の軍部は、殺人ロボットがあれば、兵士を危険にさらすことなく、任務を遂行できると考えている。しかし、そこにはソフトウェアの欠陥、あるいはサイバー攻撃による誤作動という、これまでになかった新しい問題がつきまとうし、道義的、法的問題も伴う。殺人ロボットが受け入れ難い現実を作り出す危険に備えない限り、手遅れになる」と倫理学の観点から自律型ロボットの軍事利用について警鐘を鳴らしている(デニス・ガルシア、2014: 73)。また、ソーシャル・ロボットの軍事利用の可能性を鑑みて、ロボットスーツ「HAL (ハル)」に代表される介護ロボットや生活支援ロボットを事業展開するサイバーダインでは、自社の先進技術が人の殺傷や兵器利用を目的に利用されることを防止するために「平和利用委員会」を社内に設置していることは、倫理面からのソーシャル・ロボットへの問題提起として先見の明があると評価できる。
- (13) 朝日新聞朝刊・b10 面、2014 年 10 月 18 日。
- (14) 森政弘は、「人間との類似度を横軸に、親和感を縦軸に取ったグラフにおいて、ロボットの人間に対する類似度を上げて行くと、親和感はそれに伴って増加していくが、そのカーブ



は、単調な右上がりの増加関数にはならず、類似度が 100% になる一步手前で、急に親和感がマイナスの領域に落ち込むという傾向」（森政弘、2014：181）を「不気味の谷」と命名した。

- (15) 日本経済新聞朝刊・9 面、2014 年 8 月 24 日。
- (16) 人間とロボットが共生する未来社会の実現に向けて、ソーシャル・ロボットにおけるシンギュラリティ（特異点）は近いのだろうか。シンギュラリティ（特異点）という概念を提唱した Ray Kurzweil は、「特異点とは、われわれの生物としての思考と存在が、みずからの作りだしたテクノロジーと融合する臨界点であり、その世界は、依然として人間的ではあっても生物としての基盤を超越している。特異点以後の世界では、人間と機械、物理的な現実とヴァーチャル・リアリティとの間には、区別が存在しない。そんな世界で、確かに人間的だと言えるものが残っているのかと問われれば、あるひとつの性質は変わらずにあり続けると答えよう。それは、人間という種は、生まれながらにして、物理的および精神的な力が及ぶ範囲を、その時々を超えて広げようとするものだという性質だ」（Ray Kurzweil、2005 = 2007：20）と述べている。
- (17) 「自らの認知に閉じた実世界の経験と他者との対話に基づき言語を獲得し、言語的コミュニケーションを通じて他者と協調し得る人工システムを創造することが、人間理解を深めるために『記号創発ロボティクス』という研究分野に課せられた使命であり（中略）、人間と会話し、その中で言葉を覚え、人間と同様の環境で柔軟に活動するようなロボットを創ることを目指す」（谷口忠大、2014：41-43）という挑戦も試みられている。
- (18) ロボットや人工知能の倫理面について、「人工知能学会で倫理委員会を作ろうとする動きが出てきていますし、グーグルでも、ディープマインドという人工知能の会社を買収する際に、グーグル社内に倫理委員会を設置する動きもあって、この分野は社会的にも必要性が高まってきている」（松尾豊・塩野誠、2014：260）と指摘されている。

## ■参考文献

- 青木史郎、2014、『インダストリアルデザイン講義』東京大学出版会
- 浅田稔、2010、『ロボットという思想—脳と知能の謎に挑む—』NHK 出版
- 石黒浩、2014、『どうすれば「人」を創れるか—アンドロイドになった私—』新潮社
- 井上薫、2014、「認知症高齢者のリハビリ・介護に活用できるロボットパートナー—認知症をもつ高齢者に対する PALRO を使用したレクリエーション活動の効果とは—」『神奈川県平成 25 年度公募型「ロボット実証実験支援事業」研究成果報告』
- 伊福部達、2014、『福祉工学への招待—ヒトの潜在能力を生かすモノづくり—』ミネルヴァ書房
- 上野千鶴子、2011、『ケアの社会学—当事者主権の福祉社会へ—』太田出版
- 岡田美智男、2012、『弱いロボット』医学書院
- 岡田美智男・松本光太郎〔編著〕、2014、『ロボットの悲しみ—コミュニケーションをめぐる人とロボットの生態学—』新曜社
- 小川和也、2014、『デジタルは人間を奪うのか』講談社
- 小此木啓吾、1979、『対象喪失—悲しむということ—』中央公論新社
- 加藤典洋、2014、『人類が永遠に続くのではないとしたら』新潮社
- 経済産業省、2006、『ロボット政策研究会報告書—RT 革命が日本を飛躍させる—』
- 公益財団法人テクノエイド協会〔編集〕、大橋謙策〔監修〕、2014、『新しい福祉機器と介護サービス革命—導入の視点と活用のポイント—』日本医療企画
- 小林敦、2012、「共進化するテクノロジー・デザインの可能性—パパネック、ノーマン、ラトゥール、カロンの社会デザイン学—」『21 世紀社会デザイン研究』11：87-96
- 小林敦、2013、「野生のデザイン—『技術と社会の共進化』および『人間の共感覚』を巡る思考

- と実践—』『21世紀社会デザイン研究』12：47-59
- 清水博、2003、『場の思想』東京大学出版会
- 清水真木、2014、『感情とは何か—プラトンからアーレントまで—』筑摩書房
- 紫牟田伸子＋編集部〔編著〕、2012、『クリエイティブ・コミュニティ・デザイン—関わり、つくり、巻き込もう—』フィルムアート社
- 谷口忠大、2014、『記号創発ロボティクス—知能のメカニズム入門—』講談社
- デニス・ガルシア、2014、「殺人ロボットを禁止せよ—人間を殺すロボットの脅威—」『フォーリン・アフェアーズ・レポート』6月号：73-78
- 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、2014、『ロボット白書—社会を変えようとするとき、そこにロボット技術がある！—』
- 長坂俊成、2012、『記憶と記録—311 まるごとアーカイブス—』岩波書店
- 西垣通、2013、『集合知とは何か—ネット時代の「知」のゆくえ—』中央公論新社
- 本田美和子、イヴ・ジネスト、ロゼット・マレスコッティ、2014、『ユマニチュード入門』医学書院
- 前野隆司、2010、『脳はなぜ「心」を作ったのか—「私」の謎を解く受動意識仮説—』筑摩書房
- 前野隆司、2013、『幸せのメカニズム—実践・幸福学入門—』講談社
- 松尾豊・塩野誠、2014、『東大准教授に教わる「人工知能って、そんなことまでできるんですか？」』KADOKAWA
- 六車由実、2012、『驚きの介護民俗学』医学書院
- 森政弘、2014、『ロボット考学と人間—未来のためのロボット工学—』オーム社
- 矢野和男、2014、『データの見えざる手—ウェアラブルセンサが明かす人間・組織・社会の法則—』草思社
- 吉田輝美、2014、『感情労働としての介護労働—介護サービス従事者の感情コントロール技術と精神的支援の方法—』旬報社
- 若林幹夫、2014、『未来の社会学』河出書房新社
- Bernd H. Schmitt, 1999, *Experiential Marketing : How to Get Customers to Sense, Feel, Think, Act, Relate*, Free Press, New York, USA (= 2000、嶋村和恵・広瀬盛一訳『経験価値マーケティング—消費者が「何か」を感じるプラスαの魅力—』ダイヤモンド社)
- Donald A. Schön, 1983, *The Reflective Practitioner : How Professionals Think in Action*, Basic Books, New York, USA (= 2007、柳沢昌一・三輪建二〔監訳〕『省察的实践とは何か—プロフェッショナルの行為と思考—』鳳書房)
- Francisco J. Varela, Evan Thompson and Eleanor Rosch, 1991, *The Embodied Mind : Cognitive Science and Human Experience*, The MIT Press, Cambridge, MA., USA (= 2001、田中靖夫訳『身体化された心—仏教思想からのエナクティブ・アプローチ—』工作舎)
- Isaac Asimov, 1950, *I, ROBOT*, Gnome Press, New York, USA (= 2004、小尾芙佐訳『われはロボット』早川書房)
- Jonathan Haidt, 2006, *The Happiness Hypothesis : Finding Modern Truth in Ancient Wisdom*, Basic Books, New York, USA (= 2011、藤澤隆史・藤澤玲子訳『しあわせ仮説—古代の知恵と現代科学の知恵—』新曜社)
- Kevin Kelly, 2010, *WHAT TECHNOLOGY WANTS*, Viking Press, New York, USA (= 2014、服部桂訳『テクニウム—テクノロジーはどこへ向かうのか？—』みすず書房)
- Marjorie F. Vargas, 1986, *LOUDER THAN WORDS : An Introduction to Nonverbal Communication*, Iowa State University Press, Iowa City, IA., USA (= 1987、石丸正訳『非言語コミュニケーション』新潮社)
- Peter H. Diamondis and Steven Kotler, 2012, *ABUNDANCE : The Future Is Better Than You*

- Think*, Free Press, New York, USA (= 2014、熊谷玲美訳『楽観主義者の未来予測 [上下]—テクノロジーの爆発的進化が世界を豊かにする—』早川書房)
- Ray Kurzweil, 2005, *The Singularity Is Near : When Humans Transcend Biology*, Viking Press, New York, USA (= 2007、井上健 [監訳]、小野木明恵・野中香方子・福田実 [共訳]『ポスト・ヒューマン誕生—コンピュータが人類の知性を超えるとき—』NHK 出版)
- Tim Brown, 2009, *CHANGE BY DESIGN : How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*, HarperBusiness, New York, USA (= 2014、千葉敏生訳『デザイン思考が世界を変える—イノベーションを導く新しい考え方—』早川書房)
- W. Brian Arthur, 2009, *THE NATURE OF TECHNOLOGY : What It Is and How It Evolves*, Free Press, New York, USA (= 2011、有賀裕二 [監修]、日暮雅通 [訳]『テクノロジーとイノベーション—進化／生成の理論—』みすず書房)